



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

TESE DE DOUTORADO Nº 99

**DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO E AVALIAÇÃO DE
CONTAMINAÇÃO POR HPAs EM SEDIMENTOS DA BAIÁ DE
GUAJARÁ, BELÉM - PA**

Tese apresentada por:

SILVANA DO SOCORRO VELOSO SODRÉ

Orientador: Prof. Dr. José Augusto Martins Corrêa

Coorientador: Prof. Dr. Rivelino Martins Cavalcante

**BELÉM – PA
2014**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Sodré, Silvana do Socorro Veloso, 1968-

Desenvolvimento metodológico e avaliação de contaminação por HPAs em sedimentos da baía de Guajará, Belém - Pa / Silvana do Socorro Veloso Sodré. - 2014.

Orientador: José Augusto Martins Corrêa; Coorientador: Rivelino Martins Cavalcante. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do

Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2014.

1. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.
 2. Cromatografia a líquido de alta eficiência.
 3. Sedimentos (Geologia) - Guajará, Baía de (PA). I. Título.
-



Universidade Federal do Pará

Instituto de Geociências

Programa de Pós graduação em Geologia e Geoquímica

**DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO E AVALIAÇÃO DE
CONTAMINAÇÃO POR HPAs EM SEDIMENTOS DA BAIA
DE GUAJARÁ, BELÉM - PA**

**TESE APRESENTADA POR
SILVANA DO SOCORRO VELOSO SODRÉ**

**Como requisito parcial a obtenção do Grau de Doutor em Ciências na área de
Geoquímica e Petrologia**

Data da aprovação: 31 / 03 / 2014

Banca Examinadora:

Prof. JOSÉ AUGUSTO MARTINS CORRÊA
(Orientador-UFPA)

Prof.ª MARIA OLÍMPIA DE OLIVEIRA REZENDE
(Membro-USP)

Prof.ª SILVIA KEIKO KAWAKAMI
(Membro-UFPA)

Prof.ª VANDA LEMOS PORPINO
(Membro-UFPA)

Prof. JOSÉ ROBERTO ZAMIAN
(Membro-UFPA)

“Você não sabe o quanto eu caminhei, pra chegar até aqui, percorri milhas e milhas antes de dormir, eu nem cochilei. Os mais belos montes escalei, nas noites escuras de frio chorei. A vida ensina, e o tempo traz o tom, pra nascer uma canção, com a fé do dia a dia, encontro a solução.”

A estrada – Cidade Negra.

“Aos que amo, pelos momentos de ausência.”

AGRADECIMENTOS

Para a conclusão deste trabalho, a valiosa ajuda de várias pessoas, de diversas formas, foi fundamental e eu não poderia deixar de registrar os meus sinceros agradecimentos:

A Deus, minha fortaleza em todos os momentos da minha vida;

A minha família, ao meu pai Wilson Veloso dos Santos, que sempre acreditou em mim, me incentivou e me deu colo nas horas difíceis, aos meus filhos Rafael, Gabriel e Raquel, meus maiores presentes na vida e fontes de força e fé. A minha mãe, Benedita, pelo seu apoio incondicional. Aos meus queridos irmãos Sandro, Júnior, Samuel e Luciano pelo amor e amizade;

Ao professor José Augusto Martins Corrêa, por aceitar me orientar e pela oportunidade de fazer parte do Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) da Universidade Federal do Pará. Agradeço as sugestões, críticas e orientações, OBRIGADA professor;

Ao professor Rivelino Martins Cavalcante, do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR-Universidade Federal de Fortaleza) por aceitar a coorientação desse trabalho e por sua colaboração, disposição e amizade;

Ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica da Universidade Federal pela infraestrutura para realização do meu doutorado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2013;

Ao Instituto Evandro Chagas, na pessoa do pesquisador Bruno Carneiro e Rosivaldo Mendes e equipe, pela disponibilidade do laboratório e equipamentos;

Aos professores coordenadores dos Laboratórios de Análises Químicas, Extração e Cromatografia à Líquido (José Augusto); Difração e Fluorescência de raios X (Rômulo Simões Angélica) pela disponibilidade de uso dos instrumentos e equipamentos contidos nestes laboratórios;

A todos os professores do PPGG e dos demais programas, que certamente contribuíram para a formação do meu conhecimento, em especial Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Milton Nascimento da Silva, que através da sua equipe LABCROL (Faculdade da Química - UFPA), a Dra. Maria Olímpia Rezende, da Universidade de São Carlos – SP, e ao professor Dr. Francisco de Assis Berrêdo do Museu Paraense Emílio Goeldi, pelo apoio e informações necessárias ao desenvolvimento desse trabalho;

A Alessandro Veloso pelo apoio e colaboração nas etapas de campo na baía do Guajará;

Ao Dr. Laurent Polidori, pelo apoio incondicional, amizade, força, incentivo e observações importantes ao meu trabalho, obrigada querido;

A Iza, Elma, Mário, Dorsan, Laís, Léo, Fredson, Paulo, Marília, Jeferson pelo apoio, palavras de incentivo, amizade e companheirismo durante o desenvolvimento da Tese;

Agradeço especialmente a Leila Miranda Hanna e Natalino Valente de Siqueira, pelo profissionalismo, atenção, apoio e amizade sempre nos momentos que precisei, com sugestões importantes para a melhoria do meu trabalho e crescimento profissional;

A Lúcia de Sousa, da Biblioteca Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão, do Instituto de Geociências, pela amizade, ajuda, atenção e colaboração na revisão da Tese;

A Cleida de Freitas, pelo apoio nos assuntos relacionados à secretaria do PPGG;

A todos os meus colegas bolsistas de iniciação científica, mestrandos e doutorandos, Sheila Santos, Elma Oliveira, Luciana de Sena, Monalisa Maia, Thiago Martins, Patrícia Pereira, Milena Carvalho; Obrigada pelos momentos que estivemos juntos, pela amizade, apoio, atenção e colaboração;

Aos professores José Roberto Zamian, Silvia Keiko Kawakami, Maria Olímpia Rezende e Vanda Porpino pela participação como membros da banca desta Tese;

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso desse trabalho, agradeço de forma especial.

RESUMO

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são poluentes de efeito tóxico, prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana, fazem parte de um grupo de compostos poluentes orgânicos persistentes (POPs), que por suas características tem impactado o ambiente, sendo por esse motivo bastante estudados. Podem estar presentes nas formas particulada, dissolvida e/ou gasosa, estando presentes em diferentes ambientes; solo, sedimento, ar, água, material particulado na atmosfera, organismos e alimentos (Kennish, 2007). As fontes naturais de HPAs incluem atividades vulcânicas, queimadas naturais, exsudação de óleos, além de processos biogênicos. HPAs antropogênicos podem ocorrer pela combustão incompleta de óleos combustíveis (automotores e industriais), queima intencional de madeira e plantações, efluentes domésticos e/ou industriais, drenagens pluviais urbanas, derrames acidentais de óleos e derivados. Hidrofóbicos e lipofílicos, essas substâncias podem ser facilmente adsorvidas em sedimentos, sendo este compartimento um importante reservatório desses poluentes. Para avaliar a presença desses compostos no ambiente, utilizou-se nesse trabalho a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. As amostras utilizadas no desenvolvimento e otimização da metodologia foram coletadas na baía do Guajará (Belém – PA). O presente trabalho constituiu-se dessa forma em um desenvolvimento de um procedimento metodológico (com adaptações e otimizações) para quantificar 16 HPAs em 10 pontos na baía do Guajará, Belém – PA, em duas etapas de campo, totalizando 20 amostras analisadas. Na etapa de desenvolvimento do método analítico foram testados sistemas de eluição, polaridade do sistema e fluxo do eluente entre outros. Para validação do método foram avaliados os parâmetros fidelidade, linearidade, limite de detecção, limite de quantificação do método. Razões diagnósticas foram calculadas para identificação das fontes primárias do HPAs encontrados na baía. Foram identificadas, a partir de razões diagnósticas da \sum HPAs BMM/ \sum HPAsAMM; Fen/Ant; Flt/Pir; Ant/ \sum 178; Flt/ \sum 202; B(a)P/ \sum 228 e Ind(123cd) pireno/ \sum 276 as fontes primárias dos 16 HPAs estudados no sedimento da baía. A somatória das concentrações dos HPAs leves na primeira etapa de campo, variou de 132,13 ng.g⁻¹ a 1704,14 ng.g⁻¹, a \sum HPAs dos pesados de 125,82 ng.g⁻¹ a 1269,71 ng.g⁻¹ e \sum HPAs totais de 317,84 ng.g⁻¹ a 3117,06 ng.g⁻¹. Na segunda etapa de campo, as concentrações dos HPAs leves variou de 76,12 ng.g⁻¹ a 1572,80 ng.g⁻¹; a \sum HPAs pesados variou entre 213,90 ng.g⁻¹ a 1423,03 ng.g⁻¹, e \sum HPAs totais teve concentrações de 290,02 ng.g⁻¹ a 2995,82 ng.g⁻¹. A partir dos resultados obtidos pode-se classificar a baía do Guajará como moderadamente impactada. A combustão constitui a fonte predominante de HPAs nos

sedimentos da baía do Guajará, seguida da combustão de biomassa vegetal e aporte de petróleo e derivados. A maioria dos pontos estudados nesse trabalho, nas duas etapas de campo, apresentaram concentraes de HPAs individuais acima dos VGQS.

Palavra Chave: Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), Sedimentos, baía do Guajará.